نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۵۷۷-۵۶۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 567-577

ارزیابی عملکرد و کیفیت روغن دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت اثر محلول‌پاشی محرک‌های رشد و زمان برداشت

پرشنگ خلیلی[1*]، مهدی تاج بخش[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

چکیده

یکی از اهداف مهم کشت و کار گلرنگ، تولید حداکثری روغن با روند تولید پایدار می‌باشد. با توجه به اهمیت کاربرد محرک‌های رشد و زمان برداشت در پایش وضعیت تولید کمی و کیفی، این آزمایش با هدف بررسی اثر برخی محرک‌های رشدی و زمان برداشت بر کیفیت روغن و عملکرد دانه گلرنگ، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه به‌اجرا درآمد. فاکتور اول محلول‌پاشی مواد محرک رشد شامل: عصاره کود کبوتری (به نسبت یک در۱۰)، اسیدسالیسیلیک (۱ میلی‌مولار)، متانول (۲ گرم در لیتر)، آرمان (۳ گرم در لیتر) و شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر) بودند. دو تاریخ برداشت شامل مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و تکنولوژیکی دانه به‌عنوان فاکتور دوم منظور شد. برهمکنش محلول‌پاشی و زمان برداشت بر پالمتیک‌اسید و استئاریک‌اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که بیشترین درصد پالمتیک‌اسید (۱۶/۸۵٪) از شاهد در سال اول و استئاریک‌اسید (۱۳/۷۲٪) از سالیسیلیک اسید در سال اول به‌دست آمد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد در زمان برداشت دوم بیشترین عملکرد روغن (۷۲۶/۴۱ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که با بیشتر بودن درصد روغن (۳۱/۳٪) در این تیمار مورد تایید قرار گرفت. بیشترین مقدار لینولئیک‌اسید (۶۹/۵۲٪) در محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری، بیشترین درصد اولئیک‌اسید (۱۸/۴۸٪) از شاهد در سال اول به‌دست آمد که با سالیسیلیک اسید در سال اول در یک گروه آماری بود. در تحقیق حاضر اعمال عصاره کود کبوتری از نظر حصول عملکرد، صفات کمی و کیفیت روغن اثرگذاری بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب، تاریخ برداشت، عصاره کود کبوتری، عملکرد روغن

مقدمه

رویکرد جهانی در تولید گیاهان دانه روغنی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی نظیر مصرف کودهای آلی و زیستی به‌منظور ارتقای عملکرد کمی و کیفی گیاهان دانه روغنی می‌باشد.

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر ذخایر غنی اسید چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند (Fanaii and Narouirad 2013). گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) از تیره آستراسه، یک گیاه چندمنظوره است که عمدتاً به دلیل کیفیت بالای روغن آن که قابلیت مصرف برای انسان و همچنین تغذیه پرندگان دارد، کشت می‌شود (Mohammadi *et al*., 2014). گلرنگ گیاهی یک‌ساله و بسیار متحمل به خشکی است (Rameshknia *et al*., 2013). دانه گلرنگ دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن، ۱۲ تا ۲۷ درصد پروتئین و حدود ۳۰ تا ۵۵ درصد پوسته است (Rastegar, 2006). یکی از روش‌های تامین سریع عناصر غذایی برای گیاه، محلول‌پاشی می‌باشد. با توجه به این‌که عوامل مؤثر بر جذب خاکی مواد غذایی متغیر هستند، محلول‌پاشی روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان محسوب می‌شود (Khan *et al*., 2003).

متانول به‌واسطه‌ی عامل متیل خود سریع از طریق کوتیکول برگ جذب می‌شود که بر فیزیولوژی گیاهان تاثیر قابل‌توجهی دارد (Ramirez *et al*., 2006). این ماده یکی از ساده‌ترین فرآورده‌های گیاهی بوده که توسط اکثر گیاهان خصوصاً طی مراحل اولیه بزرگ شدن برگ‌ها در اثر دمتیلاسیون پکتین تولید و به محیط اطراف آن‌ها انتشار می‌یابد. اهمیت متانول به این دلیل است که این ماده محصول بعضی از واکنش‌های درون گیاهی است و کاملاً برای آن‌ها شناخته شده بوده و پس از تولید توسط بافت‌های گیاهی متابولیزه شده و در نهایت دی‌اکسید کربن در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Gout *et al*., 2000). نتایج بررسی‌های محققان حاکی از افزایش کارایی تبدیل کربن و افزایش سرعت فتوسنتز در فلفل (*Capsicum annuum* L.) و گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) بعد از قرار گرفتن بافت برگی در معرض متانول بود (Hemming *et al*., 1995). محلول‌پاشی با متانول ۴۰٪ سبب افزایش معنی‌دار صفات تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ، عملکرد دانه، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه گیاه

۱- دانشجوی دکترا، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: pkhalili95@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v17i4.77173

شنبلیله شد (Mehrafarin *et al*., 2015). غلظت متانول در بافت‌های گیاهی سرعت فعالیت‌های متابولیکی را تعیین می‌کند (Downie *et al*., 2004). همچنین در بازده تبدیل کربن و نیز مسیرهای متابولیکی مربوط به تبدیل کربن نیز تاثیر دارد (Ramberg *et al*., 2002).

کود کبوتری (Pigeon manure) از عناصر میکرو غنی است. همچنین مقادیر متعادلی از عناصر ماکرو در آن موجود است، لذا اثر مثبتی بر رشد و نمو گیاهان دارد. در ارتباط با این کود، محققان گزارش کردند که کاربرد پیش‌تیمار کود کبوتری بر کیفیت گیاه تاج‌خروس زراعی تاثیر مثبت و معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشت (Maleki and Tajbakhsh, 2017). طبق نتایج محققان کاربرد کود دامی بر صفات عملکرد زیستی، وزن دانه، درصد روغن و درصد نیتروژن دانه گلرنگ اثر معنی‌داری داشت (Ghanbari *et al*., 2018).

سالیسیلیک‌اسید از جمله ترکیباتی است که موجب بهبود کارآیی مصرف و نگهداری آب در گیاهان می‌گردد؛ این ماده در اغلب گیاهان به‌صورت طبیعی وجود دارد و بر بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی سلول اثر می‌گذارد (Habibpor *et al*., 2016). محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید عملکرد دانه کرچک را تحت شرایط عدم تنش و تنش خشکی افزایش داد (Izadi and Taddayion, 2015). محققان نشان دادند که محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید در شرایط تنش و عدم تنش باعث افزایش عملکرد روغن و محتوای عناصر ماکرو در گیاه گلرنگ شد (Amiri *et al*., 2017). طبق نتایج محققان کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید باعث افزایش درصد روغن و تعداد دانه در کاپیتول گلرنگ در مقایسه با شاهد و ۱۰۰میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید شد (Farjam *et al*., 2014). محققان گزارش کردند که کاربرد ۳۰٪ حجمی متانول در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) باعث افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با شاهد شد (Khaki-Moghadam, and Rokhzadi 2015).

بذر هنگام برداشت باید تا حد امکان از نظر مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تکنولوژیکی رسیده باشد (Mosavi Mogaddam *et al*., 2013). همچنین در دانه‌های نرسیده با رطوبت بالا، خشک کردن سریع، امکان قطع سریع فعل و انفعالات شیمیایی و بیوشیمیایی بذر را منجر می‌شود (Tajbakhsh and Ghyassi, 2009). تاریخ برداشت از مهمترین متغیرهای تولید است که از نظر مناسب‌ترین زمان رسیدگی کمی و کیفی محصول باید مورد توجه قرار گیرد (Mosavi Mogaddam *et al*., 2013). محققان بیان کردند میزان روغن آفتابگردان ۱۵ روز بعد گلدهی به سرعت افزایش می‌یابد و در ۳۰ تا ۳۵ روز بعد گلدهی به حداکثر میزان خود می‌رسد (Baydar and Erbaş, 2005). با توجه به اثرات متفاوت محرک‌های رشدی بر عملکرد و اجزای عملکرد محصولات دانه روغنی و همچنین با در نظر گرفتن اهمیت گسترش کشت گیاهان دانه روغنی به‌ویژه به روش آلی، این تحقیق با هدف ارزیابی و تعیین اثر مصرف محرک‌های رشد (عصاره کود کبوتری، آرمان، سالیسیلیک‌اسید و متانول) بر عملکرد و کیفیت روغن گلرنگ و تعیین زمان مناسب برداشت این گیاه در شرایط آب و هوایی ارومیه به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه با موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۶۵ متر از سطح دریا اجرا گردید و در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ تکرار گردید. براساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک، این منطقه جزو مناطق آب و هوایی سرد و خشک می‌باشد، میانگین حداکثر سالیانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما سه درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

تیمارهای مورد بررسی شامل عصاره کود کبوتری (به نسبت ۱:۱۰)، اسیدسالیسیلیک (۱ میلی‌مولار)، متانول (۲ گرم در لیتر)، ترکیب آرمان (۳ گرم در لیتر) و شاهد (محلول‌پاشی با آب مقطر) بودند. آرمان (نام تجاری) یک ترکیب جدید کاملاً آلی و مغذی برای گیاهان است که شامل ۱۲ نوع ماده مختلف است؛ ازجمله شامل (جلبک دریایی ایرانی، جلبک دریایی خارجی، پودر ماهی، هیومیک اسید و پتاس معدنی (از منبع خاکستر آفتابگردان)) می‌باشد. برای آماده‌سازی عصاره کود کبوتری، یک کیلوگرم کود در ۱۰ لیتر آب به مدت ۲۴ ساعت خیسانده و سپس از دو لایه پارچه نازک گذرانده شد و عصاره به‌دست آمده جهت محلول‌پاشی استفاده گردید (Maleki, 2017). مشخصات کود کبوتری در جدول ۳ ارائه شده است. تیمار زمان برداشت در دو سطح بر اساس میزان رطوبت بذر در زمانی‌که بذور ۱۵ درصد و ۱۰ درصد رطوبت داشتند (مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و تکنولوژیکی بذر) که مصادف با ۱۲۱ و ۱۳۶ روز پس از کاشت بود، اعمال شد (Mosavi Mogaddam *et al*., 2013; Mohammadi *et al*., 2018).

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰تیمار و چهار تکرار بر گیاه گلرنگ (توده بومی اصفهان) اجرا شد. آماده‌سازی زمین در اواسط اردیبهشت انجام گرفت و تاریخ کشت ۳۰ اردیبهشت بود. کشت به‌صورت جوی و پشته به فاصله بین بوته۱۰ سانتی‌متر، بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر انجام گرفت. عمق کاشت سه تا چهار سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت نشتی انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت، دومین آبیاری یک هفته بعد از کاشت، سومین آبیاری در مرحله ۴ برگی، چهارمین آبیاری در اوایل ساقه‌روی، در ادامه هر هفته یک‌بار انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil in experimental site

Year	عمق Depth (cm)	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع pH	رس (%) Clay	سیلت (%) Silt	شن (%) Sand	ماده آلی (%) OM	کربن آلی (%) O.C	نیتروژن کل N (%)	فسفر P_2O_2 (ppm)	پتاسیم K_2O (ppm)
2015-2016	0-30	Silt clay loam	0.9	7.6	35	39	26	0.86	0.51	0.043	8.9	115.6
2016-2017	0-30	Silt clay loam	0.9	7.7	33	38	29	0.86	0.53	0.043	8.9	118

جدول ۲- دمای ماهانه و متوسط بارندگی طی فصل رشد در سال‌های ١٣٩٦-١٣٩٥ و ١٣٩٥-١٣٩٤

Table 2- Monthly temperature and precipitation during the growing season in 2015–2016 and 2016-2017

ماه سال Month	دمای متوسط Average temperature (°C)						کل بارندگی Total precipitation (mm)	
	حداقل Minimum		حداکثر Maximum		میانگین Mean			
	۱۳۹۴-۱۳۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۱۳۹۶ 2016-2017	۱۳۹۴-۱۳۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۱۳۹۶ 2016-2017	۱۳۹۴-۱۳۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۱۳۹۶ 2016-2017	۱۳۹۴-۱۳۹۵ 2015-2016	۱۳۹۵-۱۳۹۶ 2016-2017
اردیبهشت May	11	10.9	26.4	29.3	18.7	20.1	28.9	0.8
خرداد June	15.6	16.1	31.5	33.3	23.55	24.7	5.1	0
تیر July	15.6	16.8	32.6	34.7	24.1	25.7	0	0.7
مرداد August	12.4	13	29.1	31.7	20.75	22.3	0	0
شهریور September	5.4	7.7	22.7	17	14.05	12.3	0	1
مهر October	3.6	6.2	8.95	11.1	6.27	8.6	29.3	38.4

جدول ۳- ترکیبات کود کبوتری مورد استفاده در آزمایش

Table 3- The compounds of the pigeon manure used in the test

آهن کل Total Fe (mg kg^{-1})	روی کل Total Zn (mg kg^{-1})	منگنز کل Total Mn (mg kg^{-1})	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (mmos.kg^{-1})	نیتروژن کل (٪) Total N	فسفر در دسترس (٪) Available P	پتاسیم کل (٪) K
86.2	75.2	87.5	6.49	7.8	4.53	1.7	1.7

تیمار محلول‌پاشی به‌منظور تاثیر بهتر در سه مرحله طی فصل رشد (اوایل ساقه‌روی، ۵۰ درصد گلدهی و مرحله شیری) برای تمامی تیمارها انجام شد. تیمار زمان برداشت شامل دو زمان برداشت در مرحله ۱۲۱ و ۱۳۶ روز پس از کاشت (مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و تکنولوژیکی دانه) توسط سمپاش پشتی۲۰ لیتری (مدل :sprayer standard number 7256, iso14001, made in china) با حجم نیم لیتر در متر مربع توسط نازل 4-hole nozzle انجام گرفت.

اندازه‌گیری روغن با روش سوکسله با استفاده از حلال هگزان، عملکرد روغن از حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه (به‌صورت کیلوگرم در هکتار)، اندازه‌گیری پروتئین با استفاده از روش کجلدال، عملکرد پروتئین نیز از حاصل‌ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه (به‌صورت کیلوگرم در هکتار) انجام گردید. آنالیز روغن نمونه‌ها توسط دستگاه GC به روش (Metcalf *et al*., 1996) در جهاد دانشگاهی ارومیه انجام شد. تجزیه آماری طرح با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه۹/۴ انجام شد. آزمون بارتلت روی کلیه صفات انجام شد و هنگامی‌که واریانس خطای صفات در دو سال متوالی کشت با همدیگر همگون بودند مقایسات میانگین‌ها به‌صورت تجزیه مرکب به روش آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده محلول‌پاشی بر صفات عملکرد زیستی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتین و عملکرد پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر ساده زمان برداشت بر صفات عملکرد زیستی، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتین و عملکرد پروتئین در سطح احتمال یک درصد و بر وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، همچنین برهم‌کنش سال و محلول‌پاشی بر عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

عملکرد زیستی

با توجه به نتایج مقایسه میانگین بیشترین عملکرد زیستی با ۲۷٪ افزایش نسبت به شاهد متعلق به تیمار محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری بود که با آرمان در یک گروه آماری بود. عصاره کود کبوتری موجب توسعه سطح سبز پوشش گیاهی، فعالیت فتوسنتزی و ارتفاع گیاه (جدول ۵) می‌شود (برخورداری بهتر از تابش خورشید) و در نتیجه تعداد شاخه فرعی (جدول ۵) و به‌تبع آن تعداد طبق (جدول ۵) و تجمع ماده خشک بیشتر می‌شود که عامل موثری در افزایش عملکرد می‌باشد. همین‌طور بیشترین عملکرد زیستی با ۸٪ افزایش در رسیدگی فیزیولوژیک به‌دست آمد. دلیل کاهش عملکرد زیستی در زمان برداشت دوم را می‌توان به خشک شدن و ریزش برگ‌ها نسبت داد. محققان بیان کردند که با تأخیر در زمان برداشت در گیاه کاسنی، نسبت برگ به زیست‌توده کاهش و سهم نسبی ساقه در علوفه کاسنی رقم پونا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Rezvani Moghaddam *et al*., 2013) که نتایج ما با یافته‌های آنها مطابقت داشت.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) همه محلول‌پاشی‌ها نسبت به شاهد موجب افزایش عملکرد شدند، ولی بیشترین عملکرد دانه، با ۲۲٪ افزایش نسبت به شاهد، از محلول‌پاشی عصاره کود کبوتری به‌دست آمد. نتایج این تحقیق با یافته‌های (Maleki, 2017) در رابطه با افزایش عملکرد دانه تحت اثر محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری در گیاه تاج‌خروس زراعی همسو بود. از آن‌جایی‌که کود کبوتری (جدول ۳) حاوی نیتروژن است و نیتروژن در تشکیل کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین نقش دارد، لذا به سبب افزایش ظرفیت و فرآیند فتوسنتزی، اندام‌های زایشی بیشتری ساخته شده و سهم مواد پرورده آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. لذا می‌توان نتیجه گرفت به علت تولید محتوای کلروفیل بالاتر عملکرد دانه بیشتر قابل‌توجیه است. افزایش چشمگیر عملکرد نخود پس از ۳ بار محلول‌پاشی متانول توسط محققان گزارش شده است (Nadali *et al*., 2010; Soghani *et al*., 2011). طبق یافته‌های محققین (Mansori fra *et al*., 2012; Parvizi *et al*., 2011; Rezvani *et al*., 2016) روند پر شدن دانه در غالب موارد به شکل منحنی سیگموئیدی می‌باشد که بعد از رسیدگی مورفولوژیک نوسانات اندکی در وزن دانه‌ها مشاهده می‌شود و وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارد (Mansori fra *et al*., 2012) و از آن‌جایی‌که برداشت در محدوده زمانی ثابت شدن روند پر شدن دانه انجام شد، لذا تغییر معناداری در عملکرد دانه در اثر زمان برداشت مشاهده نشد.

وزن هزار دانه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد، بیشترین وزن هزار دانه با ۱۰٪ افزایش نسبت به شاهد از محلول‌پاشی عصاره کود کبوتری به‌دست آمد که با آرمان در یک گروه آماری بود (جدول ۵). محققان گزارش کردند که پیش‌تیمار بذور تاج خروس زراعی با عصاره کود کبوتری سبب افزایش وزن دانه در مقایسه با شاهد شد (Maleki and Tajbakhsh, 2017). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد وزن هزار دانه در رسیدگی فیزیولوژیک نسبت به رسیدگی تکنولوژیک، ۴٪ افزایش داشت. اگرچه کاهش در میزان رطوبت بذر عامل اصلی کاهش در وزن دانه است با این وجود، تغییرات بیوشیمیایی داخلی (ترکیبات داخلی دانه به مواد با سطح احیای بالاتر تبدیل می‌شوند) دلیلی مضاف بر کاهش وزن دانه است.

درصد و عملکرد روغن

با توجه به جدول مقایسه میانگین، بیشترین درصد روغن با ۱۴٪ افزایش نسبت به شاهد در محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری به‌دست آمد (جدول ۵). همین‌طور در تاریخ برداشت دوم بیشترین درصد روغن با ۹٪ افزایش نسبت به برداشت اول به‌دست آمد. طبق تحقیقات انجام شده توسط محققان معمولاً مقدار روغن در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به سطح ثابتی می‌رسد و تا زمان رسیدگی بذر نوسان اندکی دارد و اختلافات مشاهده شده ناشی از عوامل محیطی به‌خصوص دما می‌باشد (Kimber and Gregor, 1995)، که نتایج این تحقیق با یافته‌ی (Elias and Copeland, 2001) در کلزا (*Brassica napus* L.) و (Mosavi Mogaddam *et al*., 2013) در گلرنگ هم‌خوانی داشت. بیشترین عملکرد روغن با ۴۰ درصد افزایش نسبت به شاهد از محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری در سال اول به‌دست آمد که با همین تیمار در سال دوم در یک گروه آماری بود (شکل ۱). از آن‌جایی‌که کود کبوتری مقادیر قابل‌توجهی نیتروژن و فسفر در ترکیب خود دارد و فسفر باعث افزایش درصد روغن گلرنگ (Ghanbari Kashan *et al*., 2017) و همچنین نیتروژن موجب افزایش کارایی مصرف نور می‌شود (Dreecer *et al*., 2000)، لذا افزایش درصد و به‌تبع آن عملکرد روغن منطقی است. علی‌رغم اینکه عملکرد دانه در زمان برداشت تغییر معناداری نداشت (جدول ۵)، افزایش ۶ درصدی عملکرد روغن در رسیدگی تکنولوژیک (جدول ۵)

را می‌توان به افزایش میزان روغن گیاه نسبت به رسیدگی فیزیولوژیک نسبت داد که با نتایج (Elias and Copeland, 2001) در کلزا و (Mosavi Mogaddam *et al*., 2013) در گلرنگ هم‌خوانی داشت. به‌طور کلی میزان روغن در ماده خشک طی دوره رسیدگی افزایش می‌یابد. میزان روغن دانه‌ها ویژگی مهمی برای انتخاب ارقام است و اغلب به شرایط رشدی و درجه رسیدگی محصول بستگی دارد. از آن‌جایی‌که روغن فرم ذخیره‌ای کربن در بذر است به‌عنوان منبع انرژی عمل نمی‌کند، لذا هرچه طول دوره رشد بیشتر شود بر میزان روغن دانه نیز افزوده می‌گردد.

جدول ٤- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس گلرنگ تحت اثر محلول‌پاشی و زمان برداشت
Table 4- Analysis of variance of safflower treated with foliar application and harvest time

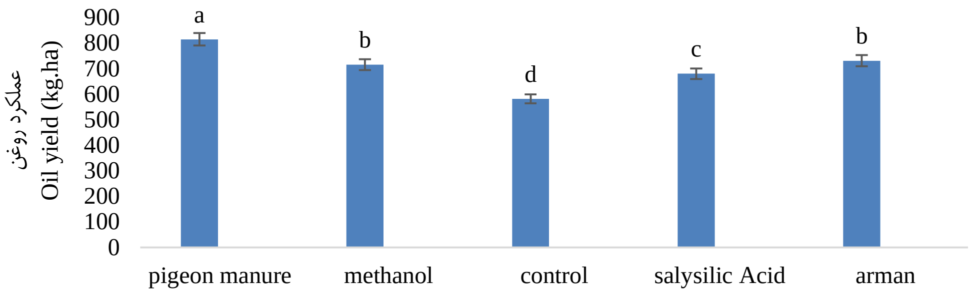
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square										
		عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000- seed weight	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield	درصد پروتئین Protein percent	عملکرد پروتئین Protein yield	لینولئیک اسید Linoleic acid	پالمتیک اسید Palmitic acid	اولئیک اسید Oleic acid	استاریک اسید Stearic acid
سال Year	1	936146.45ns	861042**	10.33ns	17.15ns	35133.15**	4.73ns	80435.5**	43.23*	81.608**	121.524*	75.95**
تکرار (سال) Replication (Year)	6	5984895.49	12930.7	8.324	5.04	2351.88	3.84	3236.48	5.903	4.981	9.123	1.93ns
محلول‌پاشی Foliar	4	7915167.33**	440330.9**	41.125**	44.40**	116546.3**	18.75**	54003.58**	180.63**	55.706**	34.933**	52.92**
محلول‌پاشی×سال Year × Foliar	4	850030.48ns	26499.8ns	9.248ns	1.56ns	4857.69*	4.72ns	2805.9ns	272.137ns	104.927ns	19.900*	0.009ns
زمان برداشت Harvest time	1	7688000**	54779ns	36.382*	137.18**	39121.43**	106.72**	27792.24**	16.923**	4.661**	2.962*	21.68*
زمان برداشت×سال Year× Harvest time	1	13781.25ns	28.8ns	0.0112ns	0.21ns	24.97ns	0.17ns	1653.47ns	4.032ns	3.079ns	13.917ns	0.02ns
زمان برداشت×محلول‌پاشی Foliar× harvest time	4	702570.91ns	8954ns	0.065ns	0.376ns	1919.74ns	3.04ns	1544.67ns	0.128ns	2.450ns	1.624ns	17.71**
زمان برداشت×محلول‌پاشی×سال Year× Foliar× Harvest time	4	45036.78ns	2103.3ns	0.064ns	0.386ns	428.77ns	1.45ns	927.19ns	0.826ns	1.463ns	1.684ns	0.02ns
خطا Error	54	916533.8	15949.8	6.37	0.888	1813.79	2.29	2703.96	8.517	4.07	3.95	3.8
ضریب تغییرات CV (%)		12.1	5.5	7.4	3.1	6.0	7.2	10.7	4.4	16.7	14.1	17.8

* و ** به‌ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار
* and **: Significant at 5% and 1% probability level, respectively, and ns: Not significant

جدول ۵- مقایسه میانگین مرکب صفات گلرنگ تحت تاثیر محلول‌پاشی، زمان برداشت و سال‌های آزمایشی

Table 5- Mean comparison of safflower character under foliar application, harvest time, and years

تیمار Treatment	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	وزن هزار دانه 1000 seed weight (gr)	درصد روغن Oil percent (%)	درصد پروتئین Protein percent (%)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha^{-1})	ارتفاع Plant Height (cm)	شاخه فرعی N. of Branch	تعداد طبق N. of Head
محلول‌پاشی Foliar application									
شاهد Control	6874.5c	2037.4c	32.89b	28.6d	19.67d	399.26c	93.53d	7.85c	15d
عصاره کود کبوتری Pigeon manure extract	8779.5a	2483.7a	36.5a	32.8a	21.25bc	527.6 b	103a	11.8a	17.16a
آرمان Arman	8139.8ab	2350.1b	35.4a	31.1b	21.57ab	507b	101.8ab	10.85a	16.3 b
سالیسیلیک‌اسید Salicylic Acid	7650.7b	2329.1b	33.4b	29.2d	20.36cd	474b	100c	10.2b	16.17cd
متانول Methanol	8084.8b	2360.1b	33b	30.3c	22.47a	530.4a	97.6 b	9 b	15.77bc
LSD	678.61	89.52	1.74	0.66	1.07	36.85	2.11	0.75	0.46
زمان برداشت Harvest time									
رسیدگی فیزیولوژیک Physiological maturity	8215.9a	ns	34.9a	29.1b	19.91b	465.8b	ns	ns	ns
رسیدگی تکنولوژیک Technological maturity	7595.9b	ns	33.5b	31.7a	22.22a	503.1a	ns	ns	ns
LSD	429.19	56.61	1.1	0.42	0.67	23.31			
سال Year									
۱۳۹۵-۱۳۹۴ 2015-2016	ns	2415.33a	ns	ns	ns	516.14a	ns	10.44a	ns
۱۳۹۶-۱۳۹۵ 2016-2017	ns	2207.84b	ns	ns	ns	452.73b	ns	8.61b	ns
LSD		62.21				31.12		0.84	



شکل ۱- مقایسه میانگین محلول‌پاشی بر عملکرد روغن گلرنگ

Figure1-Mean comparation of foliar application on oil yield of safflower

درصد و عملکرد پروتئین

بیشترین درصد پروتئین دانه با ۱۴٪ افزایش نسبت به شاهد مربوط به محلول‌پاشی با متانول بود که با آرمان در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۵). در گیاهان تیمار شده با متانول دوره‌ی فعال فتوسنتزی برگ‌ها افزایش می‌یابد، لذا در اثر به تعویق افتادن پیری، برگ‌های گیاه مدت طولانی‌تری سبز می‌ماند و نتیجه‌ی آن افزایش مدت فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها و افزایش تثبیت CO_2 است (Amraei, *et al.*, 2017) و افزایش درصد و عملکرد پروتئین را می‌توان به آن نسبت داد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین درصد پروتئین با ۱۱٪ افزایش نسبت به تاریخ برداشت اول از تاریخ برداشت دوم به‌دست آمد. علت افزایش پروتئین در برداشت دوم به‌دلیل پر شدن مغز دانه در طی مراحل تکامل می‌باشد (بیشترین

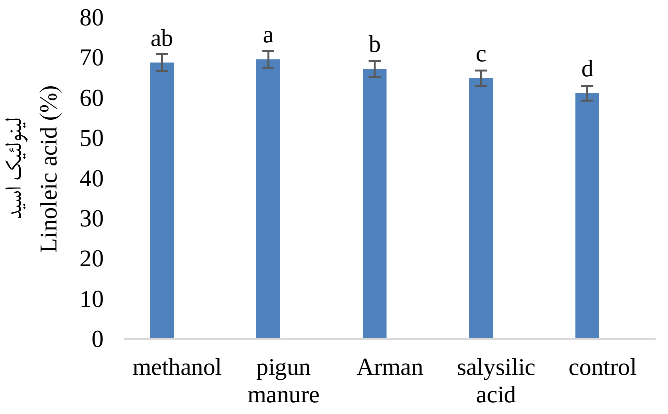
میزان پروتئین در مغز دانه ذخیره می‌شود). نتیجه‌ی حاصل با گزارش Mosavi Mogaddam *et al*. (2013) هم‌خوانی داشت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین با افزایش ۴۰ درصدی نسبت به شاهد از متانول به‌دست آمد. بیشترین عملکرد پروتئین با ۸٪ افزایش نسبت به زمان اول از برداشت دوم حاصل شد. در واقع دلیل عملکرد پروتئین بیشتر در زمان برداشت دوم علی‌رغم ثابت بودن عملکرد دانه را می‌توان به تجمع بیشتر پروتئین در زمان برداشت دوم نسبت داد (جدول ۵). هم‌زمان با رسیدگی بذر متابولیسم داخل دانه همچنان ادامه دارد و ترکیبات داخلی دانه به ترکیبات با سطح احیای بالاتری تبدیل می‌شوند و لذا بر میزان ترکیباتی چون پروتئین افزوده می‌شود (که دلیل این امر را می‌توان با کسر تنفسی ترکیبات پروتئینی و یا اسیدهای چرب مرتبط دانست که با افزایش سطح احیای مواد میزان کسر تنفسی آنها کاهش می‌یابد که در پروتئین‌ها کمتر از کربوهیدرات‌ها است).

تجزیه روغن

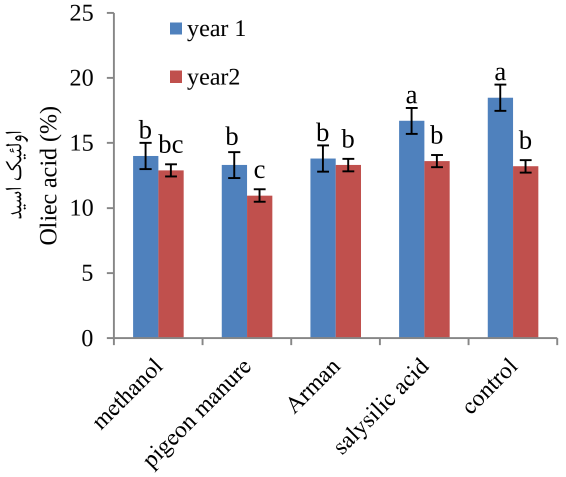
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل محلول‌پاشی و زمان برداشت بر استئاریک اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود همچنین اثر محلول‌پاشی بر لینولئیک‌اسید و پالمتیک اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. زمان برداشت بر لینولئیک‌اسید در سطح یک درصد و بر اولئیک‌اسید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تمام مواد محلول‌پاشی شده اثر مثبتی بر کیفیت روغن دانه گلرنگ داشتند به‌طوری‌که بهترین کیفیت روغن با افزایش ۱۳٪ در میزان لینولئیک اسید نسبت به شاهد، در محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری به‌دست آمد که با محلول‌پاشی متانول در یک گروه آماری بود (شکل ۲). یکی از مهم‌ترین اسیدهای‌چرب غیراشباع از نظر تغذیه لینولئیک‌اسید است. بیشترین درصد اولئیک‌اسید (۱۸/۵٪) از تیمار شاهد در سال اول به‌دست آمد که با سالیسیلیک اسید در یک گروه آماری بود (شکل ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد پالمتیک‌اسید (۱۵/۱۶٪) از تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۴). بیشترین درصد استئاریک‌اسید (۱۳/۷۲٪) از تیمار شاهد طی زمان برداشت اول به‌دست آمد که با شاهد در زمان برداشت دوم، متانول طی برداشت دوم و سالیسیلیک اسید طی برداشت اول در یک گروه آماری بود (شکل ۵). ژن‌های تاثیرگذار بر میزان و نوع اسیدهای چرب (Ashaar ghadim, and Gharanjik, 2018) مستقل از ژن‌های مربوط به عملکرد هستند. محلول‌پاشی محرک‌های رشدی از قبیل کود کبوتری به لحاظ دارا بودن میزان متناسبی از مواد مغذی از جمله نیتروژن باعث فعال‌سازی این ژن‌ها شده و در نتیجه میزان لینولئیک اسید افزایش پیدا کرده است و به‌تبع آن میزان اولئیک اسید کاهش یافته است. زمان برداشت در گیاهان علوفه‌ای، دارویی و روغنی حائز اهمیت فراوانی است چرا که در زمان برداشت نامناسب ممکن است کیفیت مطلوب حاصل نشود. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی (برداشت اول) با خنک‌تر شدن هوا و افزایش طول دوره رشد (برداشت دوم)، تجمع اسیدهای چرب بیشتر از نوع اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشد که مطلوب است. تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب در پاسخ به کوددهی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Mohammadi and Rokhzadi, 2012). ارتباط مثبت و معنی‌داری بین میزان روغن و غلظت لینولئیک اسید در دانه‌ها وجود دارد (Movahhedy-Dehnavy *et al*., 2009). محلول‌پاشی با مواد نانو تاثیر مثبتی بر لینولئیک اسید گلرنگ داشت (Taghizadeh *et al*., 2019)، در حالی‌که تاثیر منفی بر میزان پالمتیک اسید در رقم دشتستان کنجد (Ayoubizadeh *et al*., 2018) داشت که نتایج تحقیق حاضر با این یافته‌ها همسو بود. کاربرد ورمی‌کمپوست و هومات پتاسیم اثر افزایشی معنی‌داری بر لینولئیک اسید گلرنگ داشتند (Hajghani *et al*., 2016) که نتایج ما با این تحقیقات در یک راستا بودند. Mohammadi *et al*. (2018) گزارش کردند که درصد روغن گلرنگ تحت تاثیر زمان برداشت (مراحل رسیدگی بذر) متغیر بود، به‌طوری‌که در رقم‌های فرامان، گلدشت، سینا و سفه افزایش چشمگیر میزان روغن در برداشت ۴۵ روز بعد گلدهی نسبت به دو هفته قبل در شرایط تنش آبی و عدم تنش نشان داد.

نتیجه‌گیری

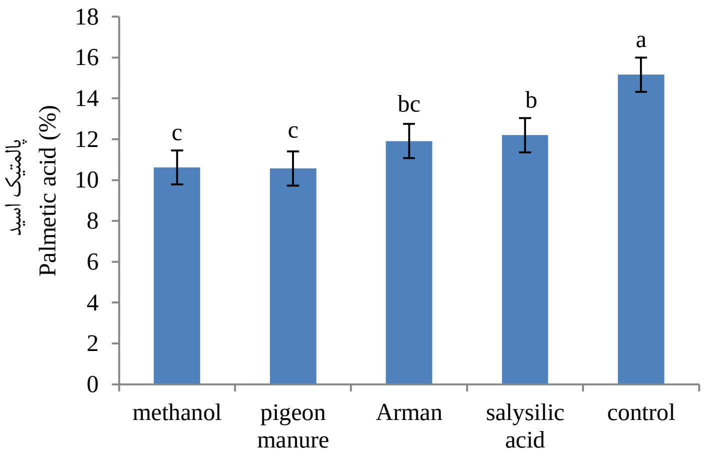
در تحقیق حاضر بررسی تاثیر محلول‌پاشی محرک‌های رشد با هدف به حداقل رساندن استفاده از نهاده در افزایش عملکرد گیاه چندمنظوره گلرنگ انجام پذیرفت که گامی مثبت در جهت حمایت اقتصادی تولیدکننده می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، محلول‌پاشی عصاره کود کبوتری و متانول و آرمان و سالیسیلیک‌اسید منجر به افزایش عملکرد محصول در شرایط اقلیمی شهرستان ارومیه نسبت به شاهد بودند. محلول‌پاشی از طریق بهبود اجزای عملکرد منجر به افزایش عملکرد روغن و پروتئین گردید. از آن‌جایی‌که محلول‌پاشی در مراحل حساس رشدی گیاه انجام شد، علاوه بر اثر مطلوب در میزان فتوسنتز جاری، با افزایش کمیت آسیمیلات ذخیره شده احتمالاً اثر مثبتی بر انتقال مجدد ترکیبات به دانه نیز داشته است. در نهایت می‌توان اظهار داشت محلول‌پاشی با عصاره کود کبوتری تاثیر بیشتر و کاراتری نسبت به بقیه تیمارها در حصول عملکرد دانه و کیفیت گلرنگ داشت. تاریخ برداشت دوم تاثیر بهتری بر درصد روغن و پروتئین داشت در حالی‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه از زمان برداشت اول حاصل شد که احتمالاً به دلیل ریزش برگ‌های پایینی بوته در (عملکرد بیولوژیک) و کاهش رطوبت دانه (وزن هزار دانه) بود.



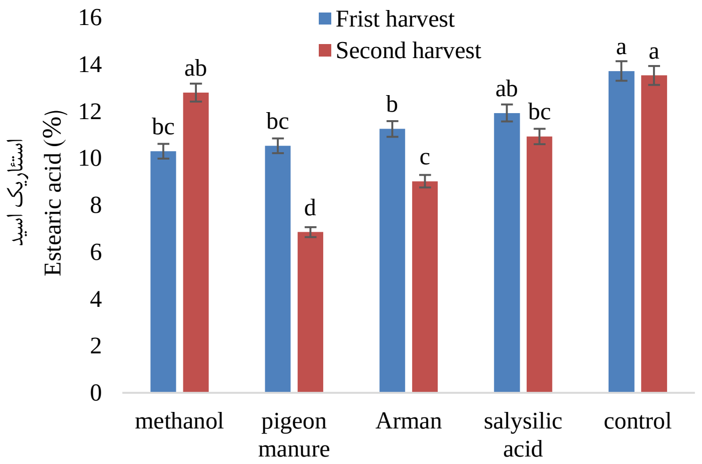
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر لینولئیک اسید
Figure 2- Mean comporation of foliar on linoleic acid



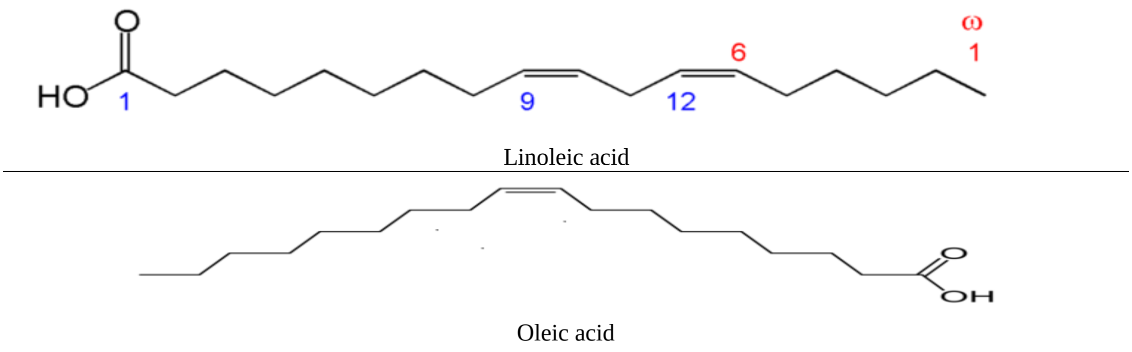
شکل ۳- برهمکنش محلول‌پاشی در سال بر اولئیک اسید
Figure 3- Interaction of foliar application and year on olieic acid



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر پالمتیک اسید
Figure 4- Mean comparation of foliar on palmetic acid



شکل ٥- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی در زمان برداشت بر استئاریک اسید گلرنگ
Figure 5- Mean comparation of interaction of foliar and harvest time on stearic acid



شکل ٦- الف- لینولئیک اسید، ب- اولئیک اسید
Figure 6- (a) Linoleic acid, (b) Oleic acid

References

1. Amiri, A., Esmaeilzadeh Bahabadi, S., Yadollahi Dehcheshmeh, P., and Sirousmehr. A. 2017. The role of salicylic acid and chitosan foliar applications under drought stress condition on some physiological traits and oil yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Crop Ecophysiology 11 (1): 84-69. (in Persian with English abstract).
2. Amraei, B., Paknejad, F., Ebrahimian, M. A., and Sobhanan, H. 2017. Effect of methanol foliar application and drought stress on seed yield and growth indices of soybean (*Glycine max* L.). Journal of Plant Growth Physiology 9 (34): 111-129. (in Persian).
3. Ashaar ghadim, E., and Gharanjik, S. H. 2018. Cloning and bioinformatics analyses of the coding DNA sequence (CDS) of Delta 6 Desaturase gene from *Mortierella alpina* (CBS 754.68). Biological Journal of Microorganism 7 (26): 87-99. (in Persian with English abstract).
4. Ayoubizadeh, N., Laei, G., Amini Dehaghi, M., Masoud Sinaki, J., and Rezvan, S. 2018. Seed yield and fatty acids composition of sesame genotypes as affected by foliar application of iron Nano-chelate and fulvic acid under drought stress. Applied Ecology and Environmental Research 16 (6): 7585-7604. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1606_75857604
5. Baydar, H., and Erbaş, S. 2005. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29: 179-186.
6. Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. Phytochemistry 65 (16): 2305-2316.
7. Dreecer, M. F., Schapendonk, H. C. M., Oijen, M. V., Sanderpot, C., and Rabbinge, R. 2000. Radiation and nitrogen use at the leaf and canopy level by wheat and oilseed rape during the critical period for grain number definition. Australian Journal of Plant Physiology 27: 899-910.
8. Elias, S. G., and Copeland, L. O. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. Agronomy Journal 93 (5): 1054-1058.
9. Esendel, E., Kevesoglu, K. E., Ulsa, N., and Aytac, S. 1992. Performance of late autumn and spring planted safflower under limited environment. In: Proceeding of the third International Safflower Conference, China. P. 221-280.
10. Fanaii, H. R., and Narouirad, M. R. 2013. Study of yield, yield components and tolerance to drought stress in safflower genotypes. Journal of Crop Production 7 (3): 33-51. (in Persian).
11. Farjam, S., Rokhzadi, A., Mohammadi, H., and Ghale-shakhani, S. 2014. Effect of cutting irrigation tension and foliar application of salicylic acid on growth, yield and yield components of three Safflower cultivars. Crop Physiology Journal 6 (23): 99-112. (in Persian).
12. Ghanbari Kashan, M., Mirzakhani, M., and Farid Hashemi, S. A. 2017. Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Oil Content and other Agronomic Traits of Safflower (*Carthamus tinctorios*). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 27 (4): 203-216. (in Persian with English abstract).
13. Gout, E., Albert, S., Blingy, R., Rebeille, P., and Nonomura, A. R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Plant Physiology 123: 287-296.
14. Habibpor, S., Naderi, A., Lake, S. H., Faraji, H., and Moghaddam, M. 2015. Effects of salicylic acid on yield and some physiological characteristics of sweet corn hybrids under water deficit stress condition. Iranian Plant Physiology and Biochemistry Journal 1 (2): 1-15. (in Persian).
15. Hajghani, M., Ghalavand, A., Modarres-Sanavy, S. A. M., and Asadipour, A. 2016. The response of safflower seed quality characteristics to organic and chemical fertilization. Biological Agriculture & Horticulture 32 (2): 139-147. http://dx.doi.org/10.1080/01448765.2015.1094674
16. Hemming, D., and Criddle, R. 1995. Effects of methanol on plant respiration. Journal of Plant Physiology 146: 193-198.
17. Izadi, Z., and Taddayion, A. 2015. Effect of salicylic acid and Spermidine in yield and yield component of *Ricinus communis* L. under drought stress. Environmental Stresses in Crop Science 8 (2): 159-167. (in Persian).
18. Khaki-Moghadam, A., and Rokhzadi, A. 2015. Growth and yield parameters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as influenced by foliar methanol application under well-watered and water deficit conditions. Environmental and Experimental Biology 13: 93-97.
19. Khan, H. R., McDonald, G. K., and Rengel, Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. Plant and Soil 241: 389-400.
20. Kimber, D., and Mc Gregor, D. I. 1995. Brassica oil seeds production and utilization. 2nd, CAB American Chemistry Society 55 (2): 272-274.
21. Maleki, S. 2017. Effect of priming, foliar application and harvesting date on qualitative and quantitative traits of Prines- feather (*Amaranthus hypochondriacus* L.). PhD. Thesis University of Urmia. 106Pp. (in Persian with English abstract).

22. Maleki, S., and Tajbakhsh, M. 2017. Study of morphological characteristics and forage quality of *Amaranthus hypochondriacus* L. under some seed priming. Iranian Journal of Field Crops Research 15 (1): 103-112. (in Persian).
23. Mansouri-far, S., Shaaban, M., Ghobadi, M., and Sabaghpour, S. H. 2012. Investigation of grain filling in chickpea cultivars (*Cicer arietinm* L.) under drought stress conditions and starter nitrogen fertilizer application. Iranian Journal of Field Crops Research 10 (3): 591-602. (in Persian).
24. Mehrafarin, A. NaqdiBadi, H., Qaderi, A., Labbafi, M. R., Zand, E., Noormohammadi, Gh., Qavami, N., and SeifSahandi, M. 2015. Changes in seed yield and mucilage of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in response to foliar application of methanol as a bio-stimulant. Journal of Medicinal Plants 2 (54): 86-100. (in Persian with English abstract).
25. Metcalf, L. C., Schmitz, A. A., and Pelka, J. R. 1996. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analysis. Analytical Chemistry 38: 514-515.
26. Mohammadi, K., and Rokhzadi, A. 2012. An integrated fertilization system of canola (*Brassica napus* L.) production under different crop rotations. Industrial Crops and Products 37: 264-269.
27. Mohammadi, M., Ghassemi-Golezani, K., Chaichi, M. R., and Safikhani, S. 2018. Seed oil accumulation and yield of Safflower affected by water supply and harvest time. Crop Ecology and Physiology 110 (2): 586-593.
28. Mohammadi, M., Tavakoli, A., and Saba, J. 2014. Effect of foliar application of 6-benzylaminopurine on yield and oil content in two spring Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars. Plant Growth Regulation 73: 219-226.
29. Monica, R. C., and Cremonini, R. 2009. Nanoparticles and higher plants. Karyology 62: 161-165.
30. Mosavi Mogaddam, S. L., Tajbakhsh, M., and Eivazi, A. 2013. Evaluation of harvesting dates on quantitative, qualitative and seed storage characteristics of spring Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research 11 (3): 454-459. (in Persian).
31. Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-Sanavy S. A. M., Mokhtassi-Bidgoli, A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products 30: 82-92.
32. Nadali, I., Paknejad, F., Moradi, F., and Vazan, S. 2010. Effect of methanol on yield and some quality characteristics of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) cv. rasoul in drought and non-drought stress conditions. Journal of Seed and Plant Improvement 26: 95-108. (in Persian with English abstract).
33. Parvizi, S., Amirnia, R., Bernosy, I., Paseban Islam, B., Hasanzadeh Gorttapeh, A., and Raeii, Y. 2011. Evaluation of different plant densities effects on rate and process of grain filling, yield and yield components in varieties of dry bean. Journal of Plant Production 18 (1): 69-87. (in Persian with English abstract).
34. Ramberg, H. A., Bradley, J. S. C., Olson, J. S. C., Nishio, J. N., Markwel, L., and Osterman, J. C. 2002. The role of methanol in promoting plant growth: An Update. Review. Plant Biochemistry and Biotechnology 1: 113-126.
35. Rameshknia, Y., Tahmasebpoor, B., and SabbaghTazeh, E. 2013. Investigation the important traits of spring Safflower varieties through multivariate statistical methods. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 2 (8): 29-34.
36. Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A., and PenA-Cortes, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, Tobacco and Tomato plants. Journal of Plant Growth Regulation 25 (1): 30-44.
37. Rastegar, M. A. 2006. Agronomy of industrial plants brahmand publication, Tehran. Pp480. (in Persian).
38. Rezvani Moghaddam, P., Balandari, A., and Seyyedi, S. M. 2015. Effect of plant density and harvest time on forage yield of Chicory (*Cichorium intybus* L. *cv.* grasslands Puna). Iranian Journal of Crop Sciences 17 (2): 104-114. (in Persian).
39. Rezvani, E., Ghaderifar, F., Hamidi, A., and Soltani, E. 2016. Evaluation of various indicators related to physiological maturity, harvest time and highest seed quality determination in hybrid maize (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research 4 (2): 83-95. (in Persian with English abstract).
40. Soghani, M., Paknejad, F., Nadali, I., Elahipanah, F., and Ghafari, M. 2011. Effect of methanol on yield and yield component in chickpea. Journal of Crop and Weed Ecophysiology 15 (17): 79-88. (in Persian with English abstract).
41. Taghizadeh, Y., Jalilian, J., and Siavash Moghaddam, S. 2019. Do Fertilizers and Irrigation Disruption Change Some Physiological Traits of Safflower? Journal of Plant Growth Regulation. https://doi.org/10.1007/s00344-019-09946-5
42. Tajbakhsh, M., and Ghyassi, M. 2009. Seed Ecology. Jahad publications academic unit West Azerbaijan. Pp134. (in Persian).

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 567-577

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۵۷۷-۵۶۷

Evaluation of Yield and Oil Quality of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Seeds under Plant Growth Motivate Foliar Application and Harvest Time

P. Khalili[1]*, M. Tajbakhsh[2]

Received: 11-12-2018
Accepted: 26-06-2019

Introduction: The global approach to produce oilseed is sustainable agricultural system, and their management practices such as the use of organic and biological fertilizers to enhance the quantitative and qualitative performance of oilseed crops. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) a multipurpose plant and cultivate mainly due to the high quality of its oil, and it belonged to the Asteraceae family. Foliar application of plant growth motivate is an effective way of stimulate plant growth and yields. Harvesting date is one of the most important variables of production. Sunflower oil content increased rapidly after 15 days and reached the highest level at 30 to 35 days after flowering. This study was performed to compare the effects of plant growth motivate foliar application and harvest time on yield component and oil content and fatty acid composition of safflower.

Materials and Methods: A trial was conducted as a randomized complete block design with 10 treatments and four replications in 2015-2016, and was repeated in 2016-2017. The treatments included: pigeon manure extract (1:10), salicylic acid (1 mmol), methanol (2 $g.l^{-1}$), Arman (3 $g.l^{-1}$) and control (distilled water). Arman (Brand) is a completely organic and nutritious compound for plants that is a mixture of several non-toxic elements. Plants were harvested in two stages, when seed reached to the physiological and technological maturity. Evaluated traits were including biological and seed yield, thousand seed weight, oil (percent and yield), protein (percent and yield), and oil analysis. The statistical analysis of the design was done using SAS software version 9.4 and the comparison of the means by LSD test at 5% probability.

Results and Discussion: The results of the analysis of variance showed that effect of foliar application on biological and seed yield, 1000 seed weight, oil percentage and yield, protein percentage and yield were significant at ($p \leq 1\%$). The effect of harvesting time on biological yield, oil percentage, oil yield, protein percentage and protein yield was significant at ($p \leq 1\%$), and on 1000 seed weight at ($p \leq 5\%$). Also the interaction between foliar application and harvesting time was significant on the palmitic acid and stearic acid at ($p \leq 1\%$), and the effect of foliar application was significant on the linoleic acid at ($p \leq 1\%$), and interaction of foliar application and year was significant on the oleic acid at ($p \leq 5\%$). The results of oil analysis showed that all materials applied had a positive effect on the quality of safflower seed oil, so that foliar application with pigeon manure extract caused 13% increase in the linoleic acid in second harvest amount compare to the control, which was in a statistical group with Arman, and methanol. According to the results of the mean comparison the highest biological yield, seed yield, thousand seed weight, oil percent and yield, belonged to applied to the foliar application with pigeon manure extract. According to the mean comparison, the highest value of palmitic acid and stearic acid was obtained from the control in the first harvest harvesting time (seeds physiological maturity). Extract of pigeon manure increases the level of green vegetation, photosynthetic activity and plant heights, which is an effective factor in increasing yield. Also, the highest biological yield, thousand seed weight belonged to the first harvest time, and the highest oil (percent and yield), protein (percent and yield) belonged to the second harvest time. The grain weight increases until the morphological maturity, but after that, the transfer of the material to the seed is cut off and the internal composition of the grain becomes the material with a higher recovery level, therefore, a slight decrease in the grain weight reasonable seems. The amount of oil usually reaches a stable level at physiological maturity, and has a slight change up to the time of seed maturity, and the observed differences are due to environmental factors, especially the temperature.

Conclusions: According to the results, spraying of pigeon manure extract, Arman, methanol, and salicylic acid showed an increase of yield compared to the control in climatic conditions of Urmia. Foliar application improved the yield components by increasing the yield of oil and protein. Finally, it can be stated that spraying with the extract of pigeon manure had a more effective and efficient effect on the quality and quantity of safflower than other treatments. The second harvest date preferable.

Keywords: Fatty acid, Harvest date, Oil yield, Pigeon manure extract

1- PhD Student of Agronomy, Urmia University, Urmia, Iran
2- Professor of Agronomy, Urmia University, Urmia, Iran
(*- Correspond Author Email: pkhalili95@yahoo.com)